

Liaison News

No.21
May 2015

〒930-8555富山市五福3190 TEL : 076-445-6938 FAX : 076-445-6939
URL : <http://www3.u-toyama.ac.jp/sangaku/>

CONTENTS

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| □大学発新技術の紹介(1) …………… 1 | □産学交流振興会 会員企業便り(2) …… 6 |
| □大学発新技術の紹介(2) …………… 3 | □トピックス …………… 7 |
| □産学交流振興会 会員企業便り(1) …… 5 | □今後の主な行事 …………… 8 |

大学発新技術の紹介(1)

PC上での数値計算による超音速細長物体の空力形状設計手法



大学院理工学研究部(工学) 教授 松島 紀佐

略 歴 : 1984年 富士通株式会社
1999年 博士(工学)の称号を論文提出により取得
2000年 東北大学大学院工学研究科講師のち准教授
2009年 富山大学大学院理工学研究部(工学) 教授

研究分野 : 計算流体力学, 高速空気力学, 翼の空力形状設計
賞 等 : 日本女性科学者の会奨励賞, 日本航空宇宙学会フェロー
連 絡 先 : kisam@eng.u-toyama.ac.jp

1. はじめに

5年後には、旅客輸送量の20%以上の増加が見込まれる将来の航空業界において、超音速旅客機(SST)は以下の利点を持つ効果的な旅客機であると考えられる。(1)日本からアジア圏内が日帰り可能、(2)飛行時間短縮による快適性、(3)多頻度運行による必要機材数の減少、(4)災害派遣や臓器移植等の緊急時における対応範囲が拡大出来ること、等がある。この利点に注目して、日欧米でSST開発を目指した研究が地道に継続されている。将来のSST定期便運航のためには、ソニックブーム・離着陸騒音といった環境問題や高燃費といった飛行の経済性の問題の解決が必要である。筆者は高燃費の解決を翼形状の自然層流化によ

る揚抗比向上によって実現する超音速翼の設計システムをJAXAの研究者と共に構築し、実際の設計に使用した。この設計システムにおける形状決定アルゴリズムには薄翼理論における超音速空力逆問題を用いており、一般的な最適化設計に比べて形状決定のための制御点を多く設定できるため、精密な設計が短時間で可能である。空力性能が圧力分布で示される場合、逆問題を定式化した数理モデルを用いる設計は有効で効率的である。本研究では、航空機胴体のような細長物体形状に対してポテンシャル流れでの逆問題を定式化し、形状決定のための数理モデルを導出する。さらに、その数理モデルを核とした短時間で精密形状設計を可能にする計算機設計システムを構築し、設計問題に

用する。以上の空力形状設計システムは胴体機首部分の自然層流化による抵抗低減やソニックブーム低減に有効となり得るはずであるが、ここでは、胴体機首の層流化設計問題への適用例を示す。

2. 逐次修正反復設計システム

逆問題を用いた反復設計は、先ず初期形状 (Initial) を決め、その形状を修正し、修正形状 (Current) が実現する機体表面の C_p (圧力係数) 分布が目標分布 (Target) に収束するまで反復修正を行う。設計システムは、 C_p を求める計算と形状を算出する逆問題計算を、反復する形態である。 C_p を求める計算は JAXA にて開発された円筒座標系ポテンシャル軸対称物体周り空力解析コードを本設計システム用に筆者らがカスタマイズしたソフトウェアコードで行っている。この設計システムの特徴は、計算負荷が軽量であり、短時間で結果が得られることである。

3. 設計例

図 1 に示す SST に対し点線の囲みで示している機首の低抵抗な空力形状を設計する。まず、機首を取り出し、その初期形状を設定する (図 2 上段)。図に示すように、トップラインから θ に角度の稜線 (一点鎖線) に沿った表面 C_p 分布を与える。設計例では、 $\theta = 0^\circ$ から 180° を 6 等分した断面の稜線に沿った 7 つの目標 C_p 分布を用意し左右対称形状の設計を行った。

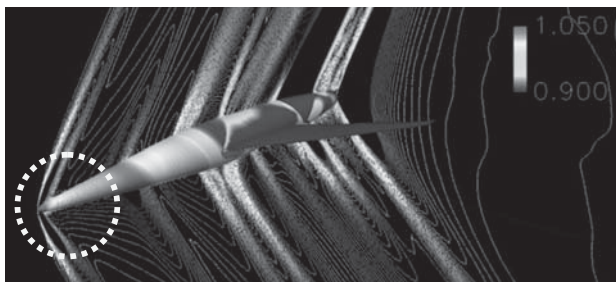


図 1 設計対象の SST (マッハ 1.6 飛行時圧力分布)

7 つの内 0° , 90° , 180° に指定した目標 C_p 分布を図 2 の中段に示す。粘性抵抗が小さくなるように処方した C_p 分布である。設計システムを 10 回反復した結果、目標圧力分布を実現できる形状 (図 2 下段) を得ることが出来た。初期形状は機体軸に関して軸対称であったが設計形状は非軸対称 (縦長の楕円に似た形状) である。設計時間は、Core-i7 のノート PC で 8 時間程度である。設計は、各 θ 断面の 2 次元形状

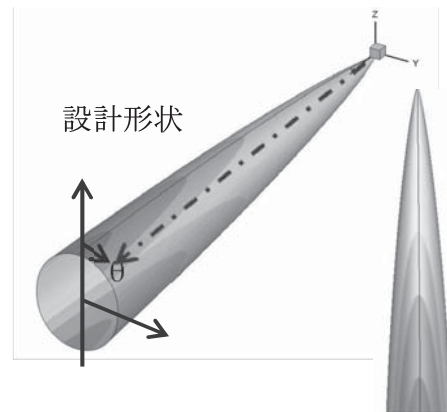
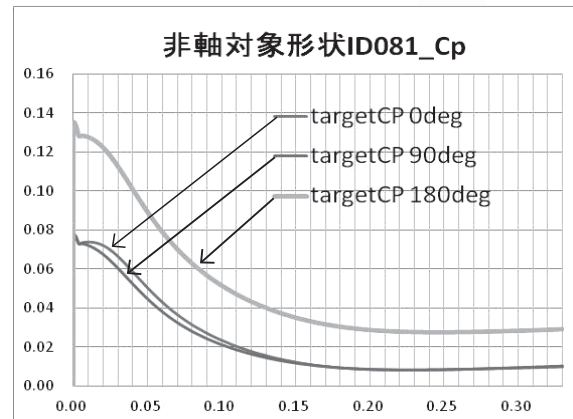
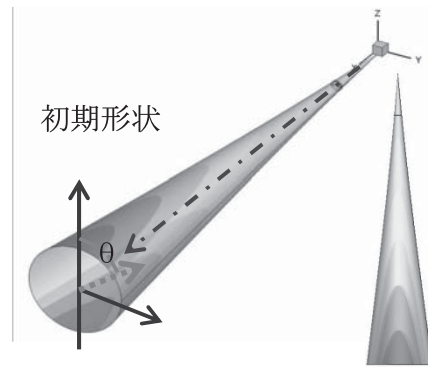


図 2 機首設計の一連の過程

を創出する。今回の設計では機首の膨らんだ円錐形状の稜線と機体軸を含む断面形状を 7 面の形状が設計され、最終的にその 7 つの稜線を 3 次元 CAD で補間し滑らかに連続する機首形状としている。

4. まとめ

超音速域における軸対称胴体機首形状の短時間設計を行うシステムを構築した。これから検証や検討が必要ではあるが、本稿で提案した設計システムは軽量・短時間で信頼できる設計が可能な設計法であることが示された。これから、非軸対称機首の精度良い設計はもちろんのこと、機首だけでなく胴体全長の設計も短時間で精度良く行える設計システムへと展開していく所存である。